

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗОТОПНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ИРТ-Т ТПУ

Зукау В.В., Кабанов Д.В., Чибисов Е.В.

Научный руководитель: Шаманин И.В., д.ф. - м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: zukai@tpu.ru

В последние годы во всем мире отмечается значительное возрастание интереса к использованию радионуклидной продукции, применяемой в различных областях науки и техники. Спрос на изотопную продукцию увеличивается в среднем на 10-15% ежегодно. Однако для наработки некоторых изотопов требуемой удельной активности на среднеточных реакторах необходимо учитывать различные параметры, такие как, состав мишени, ее геометрическую конфигурацию, время облучения, спектр нейтронов и т.д.

На базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ проводятся исследования по наработке таких изотопов, как: вольфрам-188, рений-188, лютеций-177, иридий-192, фосфор-32,33, никель-63.

Так, например отличительной особенностью по наработке изотопов: вольфрам-188, иридий-192, никель-63 является большая масса мишени, вследствие чего необходимо учитывать физико-химические свойства материала стартовой мишени, формирование определенной ее геометрической конфигурации (например, в виде полого цилиндра). Облучение таких сборок, как правило, осуществляют в экспериментальных каналах большого диаметра с высоким потоком нейтронов ($1.5-1.7 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$), кроме того из-за радиационного разогрева необходимо охлаждать мишень, следовательно необходимо обеспечить ее герметичность.

Наработку радионуклида никель-63 осуществляют по реакции $^{62}\text{Ni}(n,\gamma)^{63}\text{Ni}$ из металлической мишени никель-62 с обогащением более 99 %. Масса мишени составляет порядка 170 г. Мишень устанавливают непосредственно в центре бериллиевого блока, расположенного в центре активной зоны реактора ИРТ-Т. Для наработки 280-320 Ки никеля-63 время облучения составляет порядка 3500-4000 часов.

Иридий-192 нарабатывается по ядерной реакции $^{191}\text{Ir}(n,\gamma)^{192}\text{Ir}$ путем облучения сборки, содержащей 900-1000 дисков металлического иридия общей массой порядка 14 г. Нарбатываемая удельная активность иридия-192 составляет более 500 Ки/г при облучении мишени в «мокром» центральном канале реактора ИРТ-Т.

Пара вольфрам-188/рений-188 является генераторной. Вольфрам-188 нарабатывают по реакции второго порядка захвата нейтронов стартовым изотопом вольфрам-186 природного изотопного состава (содержание вольфрам-186 28,64 %). Использование в качестве стартовой мишени дешевого природного сырья влечет за собой применение концентрирующих технологий для выделения дочернего радионуклида рения-188, к которым, прежде всего, относится сублимационная. Время использования генераторной пары вольфрам-188/рений-188 зависит от наработанной активности вольфрам-188 и составляет от одного месяца до полугода.

Особенность получения радионуклида фосфор-32,33 связана с облучением стартовой мишени элементарной серы нейтронами с энергией более 3,2 МэВ, а также с последующим выделением изотопов фосфора, их очисткой и синтезом меченых соединений. Для наработки данных изотопов изготовлен и установлен в шести-трубную ТВС (ИРТ-3М) новый «мокрый» вертикальный экспериментальный канал, что позволяет нарабатывать радионуклид фосфор-32 до 2 Ки ежемесячно. Выделение и очистку целевых радионуклидов фосфора проводят на специализированной сублимационной установке, размещенной в «тяжелом» боксе комплексной установки по производству и расфасовке радионуклидной продукции.

Для наработки радионуклида лютеций-177 высокой удельной активности необходимо использовать в качестве мишени сырье с обогащением по изотопу лютеций-176 более 82%. Учитывая высокое сечение захвата нейтронов в ядерной реакции $^{176}\text{Lu}(n,\gamma)^{177}\text{Lu}$, при облучении используют навески массой 1.0 – 1.5 мг по лютецию, а вещество мишени, для снижения процесса самопоглощения нейтронов материнским изотопом, максимально распределяют по поверхности ампулы. Нарбатываемая удельная активность лютеция-177 составляет не менее 25 Ки/мг при облучении в центральном канале, установленном в бериллиевой ловушке реактора ИРТ-Т.

Таким образом, имеющаяся материально-техническая база и наличие квалифицированного персонала позволяет организовать на базе реактора ИРТ-Т производство радиоизотопов технического и медико-биологического назначения.